

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. April 2005 (21.04.2005)

PCT

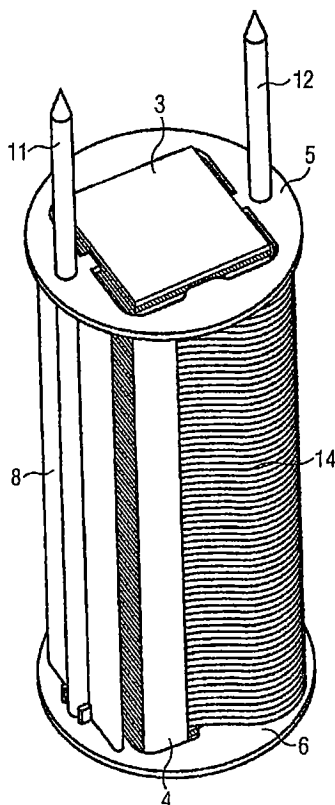
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/035971 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 59/46, 51/06, H01L 41/053, 41/083
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/052511
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Oktober 2004 (12.10.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 47 771.3 14. Oktober 2003 (14.10.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DÖLLGAST, Bernd [DE/DE]; Hindenburgstr. 4a, 91054 Erlangen (DE).  
SCHUH, Carsten [DE/DE]; Heideweg 9, 85598 Baldham (DE). ZUMSTRULL, Claus [DE/DE]; Zum Vogelherd 3, 93128 Regenstein (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESellschaft; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR AND ASSOCIATED PRODUCTION METHOD

(54) Bezeichnung: PIEZOAKTOR UND ZUGEHÖRIGES HERSTELLUNGSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a support assembly for a piezoelectric actuator (15), in particular for a piezoelectric actuator for driving an injector for the injection system of an internal combustion engine. Said assembly comprises a holder (5-10) for spatially securing a piezoelectric stack (2) and two associated connection pins (11, 12) for electrically contacting said stack (2). According to the invention, the support assembly is configured as a single support, which only holds a single piezoelectric stack (2) with two associated connection pins (11, 12). The invention also relates to an associated production method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Montageaufnahme für einen Piezoaktor (15), insbesondere für einen Piezoaktor zum Antrieb eines Injektors für eine Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine, mit einer Halterung (5-10) zur räumlichen Fixierung eines Piezostapels (2) und zweier zugehöriger Anschlussstifte (11, 12) für eine elektrische Kontaktierung des Piezostapels (2). Gemäss der Erfindung ist die Montageaufnahme als Einzelaufnahme ausgestaltet, die nur einen einzigen Piezostapel (2) mit zwei zugehörigen Anschlussstiften (11, 12) aufnimmt. Weiterhin umfasst die Erfindung ein zugehöriges Herstellungsverfahren.

WO 2005/035971 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

## Piezoaktor und zugehöriges Herstellungsverfahren

- 5 Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor, insbesondere für einen Piezoaktor zum Antrieb eines Injektors für eine Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein zugehöriges Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 16.

10

- In modernen Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen werden zum Antrieb der Injektoren zunehmend Piezoaktoren eingesetzt, die im Wesentlichen aus einem Stapel zahlreicher übereinander angeordneter schichtförmiger Piezoelemente bestehen. Zwischen  
15 den einzelnen schichtförmigen Piezoelementen des Stapels befinden sich hierbei Elektrodenschichten, die eine elektrische Kontaktierung der unmittelbar benachbarten Piezoelemente ermöglichen. An zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Stapels sind ferner Metallisierungen aufgebracht, die sich über  
20 die gesamte Länge des Stapels erstrecken, wobei die Elektrodenschichten abwechselnd mit einer der beiden Metallisierungen elektrisch verbunden sind. Die eigentliche elektrische Kontaktierung des Piezoaktors erfolgt jedoch über zwei elektrisch leitfähige Anschlussstifte zwischen denen der Piezostapel  
25 angeordnet ist, wobei die beiden Anschlussstifte getrennt voneinander mit jeweils einer der beiden Metallisierungen des Piezostapels verbunden sind.

- Zur Herstellung der elektrischen Verbindung zwischen den Anschlussstiften und den Metallisierungen des Piezostapels wird  
30 der Piezostapel zusammen mit den Anschlussstiften herkömmlicherweise in eine Mehrfachaufnahme eingelegt, in der die Anschlussstifte in einer vorgegebenen Position relativ zu dem Piezostapel fixiert werden, woraufhin dann ein elektrisch  
35 leitfähiger Draht in einer Vielzahl von Windungen um den Piezostapel und die Anschlussstifte gewickelt wird. Nach dieser Bewicklung des Piezostapels und der Anschlussstifte werden

- die einzelnen Windungen des Drahtes dann mit der Metallisierung und den Anschlussstiften verlötet, wodurch eine elektrische Verbindung zwischen den Metallisierungen und den zugehörigen Anschlussstiften hergestellt wird. Die verbleibenden
- 5 Drahtabschnitte zwischen den gegenpoligen Anschlussstiften bzw. Metallisierungen werden dann durchtrennt und entfernt, um diese elektrisch gegeneinander zu isolieren. Anschließend wird auf den Piezostapel eine Passivierung aufgetragen und auf die Kanten des Piezostapels eine Folie als Kantenschutz
- 10 aufgebracht. Schließlich werden die aus einem Piezostapel und zwei Anschlussstiften bestehenden Einheiten dann aus der Mehrfachaufnahme herausgenommen und in geeignete Hülsen zum Vergießen eingesetzt.
- 15 Nachteilig an diesem bekannten Herstellungsverfahren für einen Piezoaktor ist zunächst die Tatsache, dass die einzelnen Piezoeinheiten zum Vergießen aus der Mehrfachaufnahme entnommen und zum Vergießen in die zugehörige Hülse eingesetzt werden müssen, was einen zusätzlichen Arbeitsschritt erfordert.
- 20 Zum anderen müssen die beiden Anschlussstifte einer Piezoeinheit während des Vergießens durch eine separate Führung exakt ausgerichtet werden, bis die Vergussmasse ausgehärtet ist und die Anschlussstifte dadurch unverrückbar fixiert werden.
- 25 Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, das vorstehend beschriebene bekannte Herstellungsverfahren für einen Piezoaktor zu vereinfachen, wobei eine exakte Ausrichtung der Anschlussstifte des Piezoaktors sichergestellt sein muss.
- 30 Diese Aufgabe wird durch eine neuartige Montageaufnahme gemäß Anspruch 1 und durch ein zugehöriges Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 16 gelöst.
- 35 Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, die einzelnen Piezostapel mit den zugehörigen Anschlussstiften bei der Montage nicht in eine Mehrfachaufnahme zusammen mit

anderen Piezostapeln und den zugehörigen Anschlussstiften einzulegen, sondern in eine Einzelaufnahme, die nur einen einzigen Piezostapel mit zwei zugehörigen Anschlussstiften aufnimmt. Dies bietet den Vorteil, dass der Piezoaktor anschließend in der Einzelaufnahme vergossen werden kann, wobei die Einzelaufnahme die beiden Anschlussstifte des Piezoaktors räumlich fixiert, so dass auf eine separate Führung für die beiden Anschlussstifte verzichtet werden kann. Die Erfindung sieht deshalb eine Montageaufnahme für einen Piezoaktor vor, die als Einzelaufnahme zur Aufnahme und Halterung nur eines einzigen Piezostapels mit zwei zugehörigen Anschlussstiften ausgestaltet ist.

Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Montageaufnahme eine Halterung mit einem integrierten Kantenschutz auf, um eine axial verlaufende Kante des Piezostapels bei der Bewicklung mit dem Draht zu schützen. Dieser Kantenschutz kann beispielsweise mindestens einen axial verlaufenden Steg aufweisen, der die zu schützende Kante des Piezostapels abdeckt. Da bei der Bewicklung der Piezoeinheit üblicherweise zwei gegenüberliegende Kanten des Piezostapels mechanisch beansprucht werden, deckt der Kantenschutz vorzugsweise zwei axial verlaufende, einander gegenüberliegende Kanten des Piezostapels ab. Ein derartiger Kantenschutz kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Halterung der erfindungsgemäßen Montageaufnahme käfigförmig ausgebildet ist und zwei Stirnplatten aufweist, die durch Stege miteinander verbunden sind, wobei die Stege zwischen den beiden Stirnplatten zusätzlich als Kantenschutz für den Piezostapel dienen.

Bei einem derartigen Kantenschutz für den Piezostapel ist es vorteilhaft, wenn zwischen dem Kantenschutz und dem Piezostapel ein Spalt verbleibt, der ausreichend groß ist, um beim Vergießen des Piezoaktors in der Montageaufnahme das Eindringen der Vergussmasse zu ermöglichen. Die hierzu erforderliche Spaltbreite hängt im Wesentlichen von der Viskosität und der

Oberflächenspannung der verwendeten Vergussmasse ab und lässt sich durch einfache Versuche leicht ermitteln.

- Bei der Bewicklung der Piezoeinheit mit einem elektrisch leitfähigen Draht zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Anschlussstiften und den zugehörigen Metal-  
lisierungen des Piezostapels wird die Piezoeinheit mit den Anschlussstiften üblicherweise relativ zu der Drahtzuführung gedreht, was während des Bewicklungsvorgangs zu einer Draht-  
spannung führt, die von der Drehgeschwindigkeit der Piezoein-  
heit und dem effektiven Bewicklungsradius der Piezoeinheit abhängt. Zur Erleichterung der Drahtbewicklung bilden die a-  
xial verlaufenden Kanten des Piezostapels mit den Anschluss-  
stiften und dem Kantenschutz im Querschnitt vorzugsweise ein  
Polygon mit mindestens sechs Ecken. Eine derartige Ausgestal-  
tung der erfindungsgemäßen Montageaufnahme bietet den Vor-  
teil, dass die Drahtspannung während des Bewicklungsvorgangs nur geringfügige Schwankungen aufweist.
- Hierbei ist zu erwähnen, dass das von den Kanten des Piezo-  
stapels, den Anschlussstiften und dem Kantenschutz gebildete Polygon in der Praxis keine mathematisch exakten Ecken und Kanten aufweist, so dass dieser Begriff anschaulich zu ver-  
stehen ist. So sind beispielsweise die Stege zwischen den  
Stirnplatten der käfigförmigen Halterung in der Praxis stark  
abgerundet, was jedoch einem polygonförmigen Drahtbewick-  
lungsquerschnitt in dem erfindungsgemäßen Sinne nicht entge-  
gensteht.
- Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn das durch die Kan-  
ten des Piezostapels, die Anschlussstifte und den Kanten-  
schutz gebildete Polygon im Wesentlichen gleichseitig ist, um  
Schwankungen der Drahtspannung während der Bewicklung zu ver-  
ringern. So sollte die längste Seitenkante des Polygons maxi-  
mal 20% länger sein als die kürzeste Seitenkante des Poly-  
gons, wobei beliebige Zwischenwerte innerhalb dieses Inter-  
valls möglich sind.

Vorzugsweise sind die beiden Anschlussstifte in der Halterung der erfindungsgemäßen Montageaufnahme formschlüssig fixiert, um die Anschlussstifte während des Vergießvorgangs exakt auszurichten. Dies bietet den Vorteil, dass während des Vergießvorgangs auf eine separate Führung zur Ausrichtung der Anschlussstifte verzichtet werden kann, wodurch die Herstellung wesentlich vereinfacht wird.

Die formschlüssige Fixierung der Anschlussstifte in der Halterung der erfindungsgemäßen Montageaufnahme kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Anschlussstifte mit dem Material (z.B. Kunststoff) der Halterung umspritzt oder umgossen sind.

Zur räumlichen Ausrichtung der beiden Anschlussstifte während des Vergießens sind diese vorzugsweise in zwei Querlagern fixiert, die jeweils eine Querbewegung der Anschlussstifte verhindern. Derartige Querlager können beispielsweise aus Bohrungen in den Stirnplatten der käfigartig geformten Halterung bestehen, durch welche die Anschlussstifte hindurchgeführt sind.

Vorzugsweise sind die beiden Anschlussstifte in der Halterung auch in jeweils einem Axiallager zumindest einseitig axial fixiert, um die Anschlussstifte während des Vergießens auch axial exakt zu positionieren.

Neben der vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Montageaufnahme umfasst die Erfindung auch ein zugehöriges Herstellungsverfahren, bei dem der Piezostapel und die zugehörigen Anschlussstifte in eine als Einzelaufnahme ausgestaltete Montageaufnahme eingesetzt werden, wie vorstehend bereits erläutert wurde.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen-

men mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5    Figur 1    eine Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Montageaufnahme,  
         Figur 2    eine Perspektivansicht eines Piezostapels, der zur  
         Montage eines Piezoaktors in die in Figur 1 gezeigte  
         Montageaufnahme eingesetzt werden kann,  
10    Figur 3    die in Figur 1 gezeigte Montageaufnahme, in die der  
         in Figur 2 gezeigte Piezostapel eingesetzt ist, so-  
         wie  
         Figur 4    einen fertigen Piezoaktor in vergossenem Zustand.

- 15    Die Perspektivansicht in Figur 1 zeigt eine Montageaufnahme 1  
         für einen Piezostapel 2, der detailliert in Figur 2 darge-  
         stellt ist und im Folgenden kurz beschrieben wird.

- Der Piezostapel 2 besteht aus einer Vielzahl von stapelförmig  
20    übereinander angeordneten, schichtförmigen Piezoelementen 3,  
         wobei zwischen den einzelnen Piezoelementen 3 jeweils eine  
         Elektrodenschicht angeordnet ist.

- Zur elektrischen Kontaktierung des Piezostapels 2 ist auf  
25    zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des Piezostapels je-  
         weils eine Metallisierung 4 aufgebracht, die sich über die  
         gesamte Länge des Piezostapels 2 erstreckt, wobei die einzel-  
         nen Elektrodenschichten des Piezostapels 2 abwechselnd mit  
         der Metallisierung 4 und mit der gegenüberliegenden und in  
30    der Zeichnung nicht sichtbaren Metallisierung verbunden sind.

- Bei der Montage eines Piezoaktors wird der vormontierte Pie-  
         zostapel 2 in die Montageaufnahme 1 eingeführt. Die Montage-  
         aufnahme 1 ist hierzu käfigförmig ausgebildet und weist zwei  
35    Stirnplatten 5, 6 auf, die durch längs verlaufende Stege 7, 8  
         miteinander verbunden sind, wobei in den beiden Stirnplatten  
         5, 6 jeweils eine Aussparung 9, 10 angeordnet ist, durch die



7

der Piezostapel in die Montageaufnahme 1 eingeführt werden kann. Im montierten Zustand ragt der Piezostapel 2 dann geringfügig in axialer Richtung aus der Montageaufnahme 1 durch die Aussparungen 9, 10 heraus, wodurch die Aussparungen 9, 10 den Piezostapel 2 fixieren.

Weiterhin sind in der oberen Stirnplatte 5 seitlich neben der Aussparung 9 Bohrungen zur Aufnahme von zwei Anschlussstiften 11, 12 vorgesehen, während die untere Stirnplatte 6 jeweils ein Klemmlager 13 aufweist, das an die Stirnplatte 6 einstückig angeformt ist und das untere Ende des Anschlussstifts 11 bzw. 12 in Querrichtung führt. Hierbei liegt das untere Ende des Anschlussstifts 11 bzw. 12 auf der Oberseite der Stirnplatte 6 auf und wird dadurch einseitig axial fixiert, so dass die beiden Anschlussstifte 11, 12 die gleiche Axiallage aufweisen.

Nach dem Einsetzen des Piezostapels 2 in die Montageaufnahme 1 wird die aus der Montageeinheit 1 und dem Piezostapel 2 bestehende Einheit dann mit einem elektrisch leitfähigen Draht 14 bewickelt, wie aus Figur 3 ersichtlich ist.

Anschließend wird der Draht 14 dann mit den beiden Anschlussstiften 11, 12, der Metallisierung 4, sowie der gegenüberliegenden und nicht sichtbaren Metallisierung des Piezostapels 2 verlötet, um eine elektrische Verbindung herzustellen.

Die Drahtabschnitte zwischen der Metallisierung 4 und dem Anschlussstift 11 und die Drahtabschnitte zwischen dem Anschlussstift 12 und der gegenüberliegenden Metallisierung werden dann durchtrennt und entfernt, um die beiden Metallisierungen 4 des Piezostapels 2 elektrisch gegeneinander zu isolieren.

Nach der Bewicklung der Piezoeinheit mit dem Draht 14 und der Entfernung der überschüssigen Drahtabschnitte wird die Piezoeinheit dann mit einer Vergussmasse (z.B. Silikon) vergossen,

so dass nach dem Aushärten der Vergussmasse ein fertiger Piezoaktor 15 entsteht, der in Figur 4 dargestellt ist.

5 Während des Vergießens fixiert die Montageaufnahme 1 die beiden Anschlussstifte 11, 12 in einer vorgegebenen Position, was für die spätere elektrische Kontaktierung des Piezoaktors 15 wichtig ist. Vorteilhaft daran ist die Tatsache, dass zur Fixierung der Anschlussstifte 11, 12 im Gegensatz zu den herkömmlichen Herstellungsverfahren keine separate Führung erforderlich ist.

10 Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Aussparungen 9, 10 in der Montageaufnahme 1 größer sind als die Querschnittsfläche des Piezostapels 2, damit die Vergussmasse in den Zwischenraum eindringen kann.

Besonders vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Montageaufnahme 1 ist ferner die Tatsache, dass die Stege 7, 8 zwischen den Stirnplatten 5, 6 der Montageaufnahme 1 die längs verlaufenden Kanten des Piezostapels 2 bei der Bewicklung mit dem Draht 14 schützen. Die Stege 7, 8 sind deshalb im Querschnitt winkelförmig und decken zwei gegenüberliegende Kanten des Piezostapels 2 ab. Hierbei verbleibt zwischen den Stegen 7, 8 und dem Piezostapel 2 ein Spalt, der groß genug ist, um ein Eindringen von Vergussmasse zu ermöglichen.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

## Patentansprüche

1. Piezoaktor (15), insbesondere für einen Piezoaktor zum Antrieb eines Injektors für eine Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine, mit
- 5
- einer Halterung (5-10) zur räumlichen Fixierung eines Piezostapels (2) und zweier zugehöriger Anschlussstifte (11, 12) für eine elektrische Kontaktierung des Piezostapels (2),
- 10
- g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- die Ausgestaltung als Einzelaufnahme zur Aufnahme und Halterung nur eines einzigen Piezostapels (2) mit zwei zugehörigen Anschlussstiften (11, 12).
- 15
2. Piezoaktor (15) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5-10) einen Kantenschutz (7, 8) zum Schutz einer axial verlaufenden Kante des Piezostapels (2) aufweist.
- 20
3. Piezoaktor (15) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kantenschutz mindestens einen axial verlaufenden Steg (7, 8) aufweist, der eine axial verlaufende Kante des Piezostapels (2) abdeckt.
- 25
4. Piezoaktor (15) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kantenschutz (7, 8) zwei axial verlaufende, einander gegenüber liegende Kanten des Piezostapels (2) abdeckt.
- 30

10

5. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen dem Kantenschutz (7, 8) und dem Piezostapel (2) ein Spalt befindet, der ausreichend groß ist, um beim  
5 Vergießen das Eindringen einer Vergussmasse zu ermöglichen.
6. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axial verlaufenden Kanten des Piezostapels (2) mit  
10 den Anschlussstiften (11, 12) und dem Kantenschutz (7, 8) im Querschnitt ein Polygon mit mindestens sechs Ecken bilden, um eine Drahtbewicklung zu erleichtern.
7. Piezoaktor (15) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Polygon im wesentlichen gleichseitig ist, um eine  
15 Drahtbewicklung mit annähernd gleichbleibender Drahtspannung zu ermöglichen.
8. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussstifte (11, 12) in der Halterung form-  
20 schlüssig und/ oder kraftschlüssig fixiert sind.
9. Piezoaktor (15) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussstifte (11, 12) mit dem Material der Halte-  
25 rung (5-10) umspritzt oder umgossen sind.
10. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5-10) im wesentlichen aus Kunststoff be-  
30 steht.
11. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- 35

11

dass die beiden Anschlussstifte (11, 12) in der Halterung (5-10) in jeweils zwei Querlagern fixiert sind.

5 12. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Anschlussstifte (11, 12) in der Halterung (5-10) in jeweils einem Axiallager axial fixiert sind.

10 13. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5-10) eine erste Stirnplatte (5) mit einer Aussparung (9) zur Führung des Piezostapels (2) an seinem einen Ende und eine zweite Stirnplatte (6) mit einer Aussparung (10) zur Führung des Piezostapels (2) an seinem anderen  
15 Ende aufweist, wobei die beiden Stirnplatten (5, 6) durch Stege (7, 8) miteinander verbunden sind.

14. Piezoaktor (15) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die Aussparung (9) in der ersten Stirnplatte (5) und/oder die Aussparung (10) in der zweiten Stirnplatte (6) größer ist als die Querschnittsfläche des Piezostapels (2), um das Eindringen von Vergussmasse zu ermöglichen.

25 15. Piezoaktor (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5-10) mit dem eingesetzten Piezostapel (2) und den eingesetzten Anschlussstiften (11, 12) mit einer Vergussmasse vergossen ist.

30 16. Herstellungsverfahren für einen Piezoaktor (15) mit den folgenden Schritten:  
- Einsetzen eines Piezostapels (2) und zweier Anschlussstifte (11, 12) in eine Montageaufnahme (1),  
35 - Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den beiden Anschlussstiften (11, 12) und dem Piezostapel (2),

12

während der Piezostapel (2) und die Anschlussstifte (11, 12) in die Montageaufnahme (1) eingesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Montageaufnahme (1) nur einen einzigen Piezostapel (2) und die zwei zugehörigen Anschlussstifte (11, 12) aufnimmt.

17. Herstellungsverfahren nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch folgenden Schritt:

- Vergießen der Montageaufnahme (1) mit dem eingesetzten Piezostapel (2) und den eingesetzten Anschlussstiften (11, 12) mit einer aushärtenden Vergussmasse.

18. Herstellungsverfahren nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Einsetzen der Montageaufnahme (1) mit dem eingelegten Piezostapel (2) und den eingelegten Anschlussstiften (11, 12) in eine Gussform und anschließend
- Vergießen der Montageaufnahme (1) mit der Vergussmasse in der Gussform.

19. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Bewicklung der Montageaufnahme (1) mit dem eingelegten Piezostapel (2) und den eingelegten Anschlussstiften (11, 12) mit mindestens einem elektrisch leitfähigen Draht (14),
- Elektrische Verbindung von Drahtabschnitten des Drahts (14) mit jeweils einem der beiden Anschlussstifte (11, 12) und einem von zwei Anschlusskontakten (4) des Piezostapels (2),

13

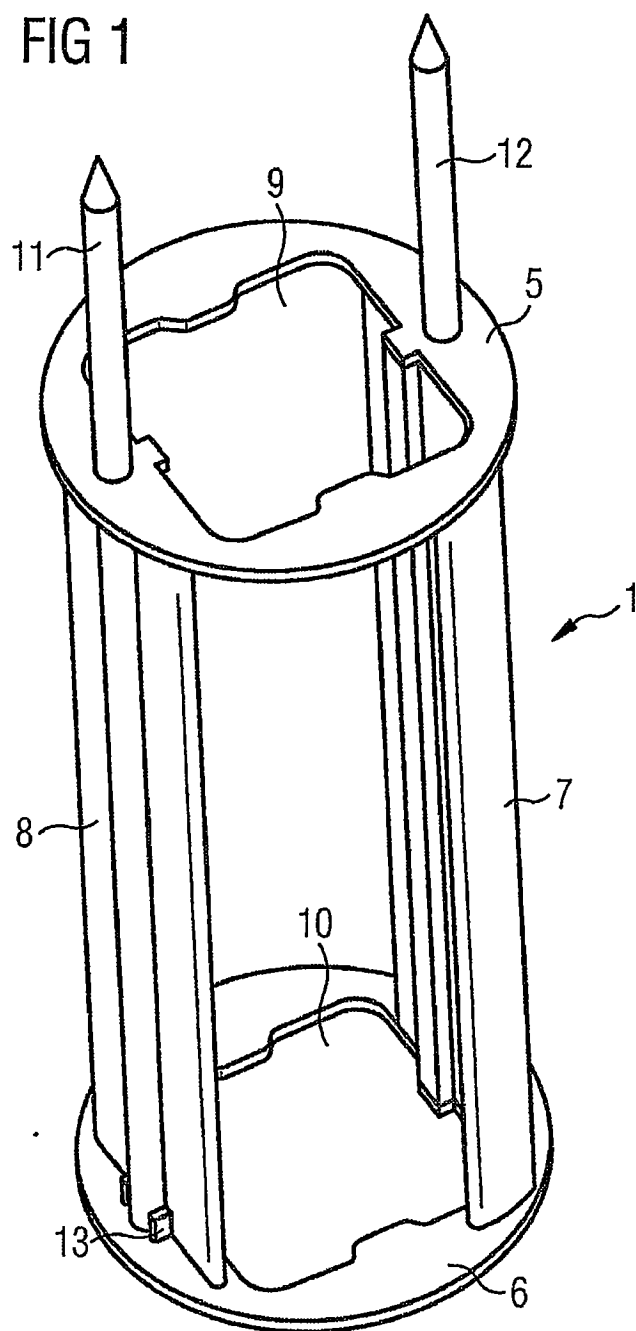
- Trennung des Drahts (14) zwischen den kontaktierten Drahtabschnitten und Entfernung der abgetrennten Drahtabschnitte.

5 20. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Montageaufnahme (1) mindestens einen Kantenschutz  
(7, 8) aufweist, um eine axial verlaufende Kante des Piezo-  
10 stapels (2) zu schützen.

21. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 15  
bis 20,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
15 dass die Vergussmasse Silikon ist.

$\frac{1}{4}$ 

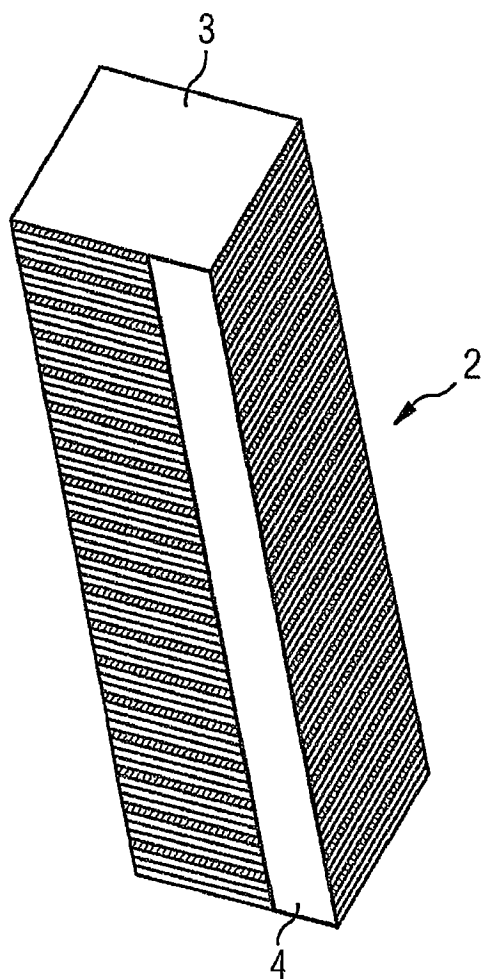
FIG 1





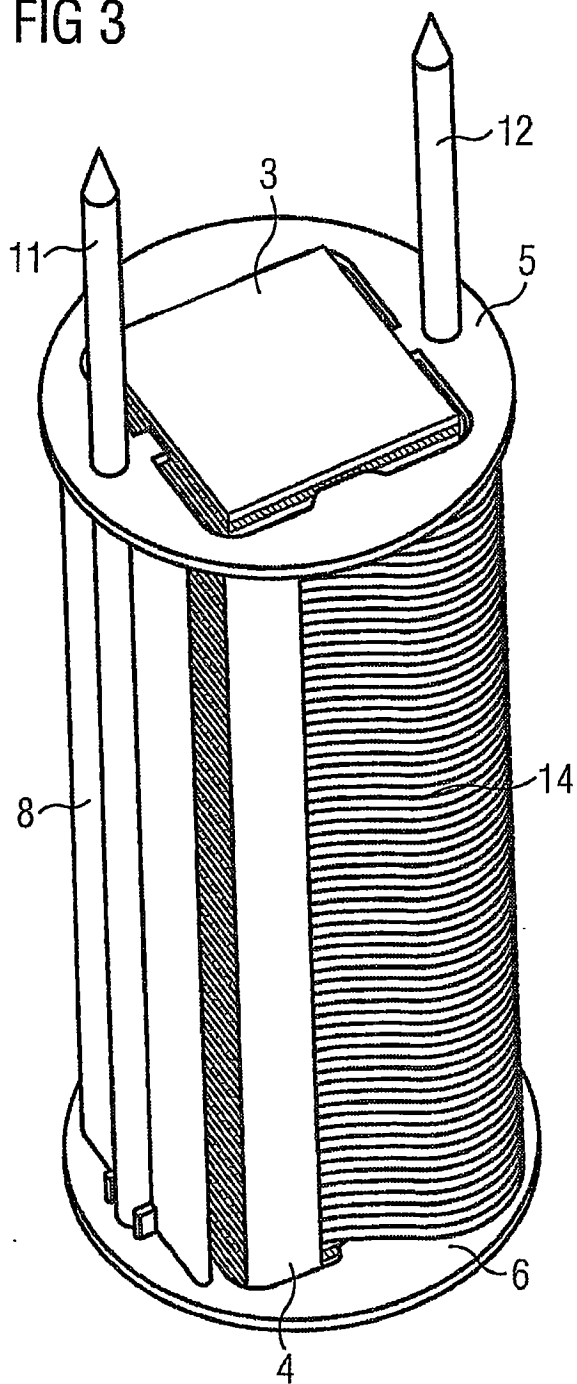
2/4

FIG 2



3/4

FIG 3



4/4

FIG 4

